

*Sylvia Roszkowska**

WPLYW KAPITAŁU LUDZKIEGO NA WZROST W GOSPODARCE POLSKIEJ – OSZACOWANIA WIELOCZYNNIKOWEJ FUNKCJI PRODUKCJI

WSTĘP

Mimo, że pojęcie kapitału ludzkiego pojawiło się w teorii ekonomii w latach 60. XX wieku, to we wcześniejszych pracach przedstawiciele kierunków ekonomicznych dostrzegali znaczenie czynnika ludzkiego.

W ostatnich latach rośnie rola kapitału ludzkiego i wiedzy technologicznej w objaśnianiu wzrostu gospodarczego. Zainteresowanie kapitałem ludzkim wynika z faktu, iż różnice w poziomach kapitału rzeczowego na pracującego w różnych krajach i regionach nie są w stanie w zadowalający sposób wyjaśnić różnic w stopach wzrostu gospodarczego w tychże krajach czy regionach.

Kapitał ludzki należy rozumieć jako sumę wiedzy, umiejętności, kwalifikacji i cech psychofizycznych, które to bezpośrednio bądź pośrednio wpływają na proces produkcyjny i wydajność pracy. Ponadto, przyjmując szeroką definicję kapitału ludzkiego należy wskazać, że na kapitał ludzki składają się nie tylko wiedza i umiejętności poszczególnych osób, ale również czynniki społeczne, instytucjonalne oraz psychofizyczne¹.

W niniejszym opracowaniu została podjęta próba oszacowania wpływu kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy w Polsce. Podstawą prowadzonych analiza empirycznych jest wieloczynnikowa funkcja produkcji typu Cobba-Douglasa charakteryzująca się stałymi efektami skali. W opracowaniu wykorzystano mierniki kapitału ludzkiego takie jak: miary struktury siły roboczej według poziomu wykształcenia, miary struktury pracujących według sektorów ekonomicznych, miary poziomu badań i nauki oraz miary przedsiębiorczości.

* Dr, Katedra Makroekonomii, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Uniwersytet Łódzki.

¹ Por. m.in. S. Roszkowska, *Regionalne zróżnicowanie kapitału ludzkiego w Polsce*, [w:] *Wzrost gospodarczy i polityka makroekonomiczna*, W. Kwiatkowska, E. Kwiatkowski (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2010.

Podstawą analizy są oficjalne dane statystyczne gromadzone przez Główny Urząd Statystyczny. Dane te zostały wykorzystane do szacowania parametrów funkcji produkcji.

Struktura opracowania jest następująca. W części 2 zaprezentowane są rozważania dotyczące wpływu kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy w świetle teoretycznych modeli wzrostu. W punkcie 3 przedstawione zostały miary kapitału ludzkiego wraz z uzasadnieniem ich stosowania. W punkcie 4 zaprezentowano wyniki estymacji dynamicznej funkcji produkcji. Opracowanie kończy podsumowanie prowadzonych analiz oraz podstawowe wnioski z nich wynikające.

KAPITAŁ LUDZKI A WZROST GOSPODARCZY – PODSTAWY TEORETYCZNE

Wpływ kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy rozpatrywany jest na ogół przez pryzmat teoretycznych modeli wzrostu gospodarczego. Analiza tych modeli pozwala wyodrębnić kilka kanałów wpływu kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy.

W podejściu nawiązującym do koncepcji sformułowanych przez m.in. Nelsona i Phelps², Romera³ oraz Aghiona i Howitta⁴, kapitał ludzki może być traktowany jako czynnik poprawiający i umożliwiający absorpcję innowacyjnych technologii, które są kluczowym czynnikiem wzrostu gospodarczego na gruncie teorii wzrostu gospodarczego (przy czym kapitał ludzki nie jest tu traktowany jako czynnik produkcji, a jedynie jako czynnik ułatwiający rozwój technologii). Zgodnie z nimi wyższy poziom kapitału ludzkiego prowadzi do wzrostu prawdopodobieństwa wystąpienia innowacji oraz absorpcji nowej technologii. Z kolei wyższy poziom zasobu wiedzy technologicznej wpływa dodatkowo na wielkość produkcji w gospodarce. Według Nelsona i Phelps², wyższy poziom kapitału ludzkiego powoduje wzrost zdolności poszczególnych gospodarek do szeroko rozumianych innowacji, tj. bądź poszukiwania bądź przyjmowania nowych rozwiązań (na ogół technologicznych). Zatem zgodnie z ich podejściem, poziom kapitału ludzkiego wpływa (poprzez sposoby wdrażania nowych odkryć) na wzrost łącznej produktywności czynników produkcji. Kapitał ludzki w takim rozumieniu nie

² R. R. Nelson, E. S. Phelps, *Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth*, „American Economic Review” 1966, vol. 56, nr 1/2.

³ P. M. Romer, *Human capital and growth: Theory and evidence*, „Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy” 1990, vol. 32(1), s. 251–286.

⁴ P. Aghion, P. Howitt, *A Model of Growth Through Creative Destruction*, „Econometrica” 1992, vol. 60, nr 2.

jest argumentem funkcji produkcji, lecz czynnikiem podnoszącym zasób wiedzy technologicznej. Podejście to zostało wykorzystane i rozszerzone m.in. przez Romera⁵, Grossmana i Helpmana⁶ tak, iż doprowadziło to do powstania modeli endogenicznego postępu technicznego.

Z kolei endogeniczne modele wzrostu akcentują, iż tempo akumulacji kapitału ludzkiego wynika z celowych inwestycji w ten kapitał i tworzy korzyści zewnętrzne⁷. Zgodnie tym podejściem stopa akumulacji kapitału ludzkiego jest główną siłą napędową gospodarki. W modelu Lucasa zakłada się, że tempo akumulacji kapitału ludzkiego wynika z celowych inwestycji w ów kapitał i tworzy korzyści zewnętrzne powodujące rosnący produkt krańcowy oraz odrzuca się założenie o stałych efektach skali funkcji produkcji⁸. Zatem, na skutek istnienia efektów zewnętrznych akumulacji kapitału ludzkiego, możliwe jest podniesienie w trwały sposób długookresowej stopy wzrostu gospodarczego, ale wymaga to ograniczenia konsumpcji bieżącej na rzecz przyszłej oraz celowych inwestycji w kapitał ludzki. Ponadto, z modelu Lucasa wynika, że krańcowe produkty kapitału w krajach biednych nie muszą być wyższe niż w krajach bogatych, czyli stopy przychodu od kapitału mogą być na podobnym poziomie, zatem nie musi następować przepływ kapitału rzeczowego z krajów bogatych do biednych, co implikuje, że kraje o niższym poziomie kapitału (rzecowego *per capita* i ludzkiego) bez zmiany preferencji, co do konsumpcji w czasie, nie mają praktycznie szans na dogonienie gospodarek bogatych⁹.

Natomiast z neoklasycznego modelu wzrostu Mankiwa-Romera-Weila¹⁰ (oraz modelu Nonnemana-Vanhoudta¹¹), w którym kapitał ludzki jest jednym z czynników produkcji wynika, że stopy wzrostu produkcji na pracującego zależą od stóp inwestycji w kapitał rzeczowy i ludzki. Występujące malejące produktywności krańcowe kapitału rzeczowego i ludzkiego w tym modelu implikują występowanie efektu konwergencji warunkowej, w której m.in.

⁵ P. M. Romer, *Endogenous Technological Change*, „The Journal of Political Economy” 1990, vol. 98, nr 5.

⁶ G. M. Grossman, E. Helpman, *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge 1991.

⁷ R. E. Lucas, *On the mechanics of economic development*, „Journal of Monetary Economics” 1988, vol. 22, nr 1.

⁸ Por. B. Liberda, *Oszczędności w gospodarce polskiej. Teorie i fakty*, PTE i Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa 2000; T. Tokarski, *Determinanty wzrostu gospodarczego w warunkach stałych efektów skali*, Katedra Ekonomii Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2001.

⁹ R. E. Lucas, *Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries?*, „The American Economic Review” May 1990.

¹⁰ N. G. Mankiw, D. Romer, N. Weil, *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, „The Quarterly Journal of Economics” May 1992.

¹¹ W. Nonneman, P. Vanhoudt, *A Further Augmentation of the Solow Model and the Empirics of Economic Growth for OECD Countries*, „The Quarterly Journal of Economics” 1996, vol. 111, s. 943–953.

wyjściowy poziom kapitału ludzkiego jest jednym z ważniejszych czynników determinujących stopę wzrostu gospodarczego. Gospodarka dąży bowiem do punktu długookresowej równowagi pomiędzy wielkością nakładów kapitału rzeczowego i ludzkiego, a stosunek tych dwóch wielkości w punkcie równowagi zależy od ich wyjściowego poziomu¹². Należy oczekiwać, że gospodarki charakteryzujące się wyższym wyjściowym poziomem kapitału ludzkiego będą adaptować nowe technologie i tym samym cechować się wyższą stopą wzrostu gospodarczego.

Wymienione powyżej koncepcje teoretyczne, związane z różnymi kanałami oddziaływania kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy, mają istotne znaczenie dla rodzaju narzędzi statystyczno-ekonometrycznych wykorzystywanych przy weryfikacji hipotez dotyczących znaczenia kapitału ludzkiego w procesie wzrostu gospodarczego.

MIARY KAPITAŁU LUDZKIEGO

W tej części analizie poddane zostaną mierniki poziomu kapitału ludzkiego. Wykorzystane dane obejmują lata 1995–2008, zaś jako jednostki obserwacji wybrano województwa. Wybór okresu analizy wynika z dostępności danych w podziale na nowe województwa. Dane pochodzą z *Roczników Statystycznych Województw* (różne wydania z lat 1995–2010) oraz Banku Danych Lokalnych GUS znajdujących się na stronie www.stat.gov.pl.

Analizy metod pomiaru kapitału ludzkiego pozwalają wyodrębnić trzy grupy tych metod¹³, tj. kosztową, dochodową oraz opartą poziomie wykształcenia zasobów ludzkich. Miary kapitału ludzkiego uzyskane w oparciu o metodę analiz poziomu wykształcenia zasobów ludzkich to przede wszystkim wskaźniki skolaryzacji, wskaźniki długości okresu pobierania nauki oraz miary struktury pracujących według poziomu wykształcenia i modyfikacje tych mierników. W oparciu o metodę dochodową można uzyskać miary kapitału ludzkiego bazujące głównie na równaniu Mincera oraz inne miary wykorzystujące rozkład płac. Z kolei metoda kosztowa pomiaru kapitału ludzkiego jest najrzadziej wykorzystywana ze względu na trudności w klasyfikacji kosztów powiększania kapitału ludzkiego, do których zalicza się przede wszystkim koszty wychowywania dziecka, wydatki na ochronę zdrowia, bezpieczeństwo, edukację oraz badania i rozwój.

¹² R. J. Barro, *Determinants of Economic Growth*, A cross-country empirical study, 1997, The MIT Press.

¹³ Por. m.in. W. Florczak, *W kierunku endogenicznego i zrównoważonego rozwoju – perspektywa makroekonometryczna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2011.

Miary kapitału ludzkiego uzyskane w oparciu o wymienione metody w praktyce są wykorzystywane dość rzadko (co jest podyktowane na ogół brakiem dostępu do odpowiednich danych statystycznych). Stąd w analizach kapitału ludzkiego stosuje się często wskaźniki, które w pewien sposób przybliżają poziom kapitału ludzkiego. Należą do nich m.in. liczba zatrudnionych w B+R, umieralność niemowląt, nakłady inwestycyjne na edukację i rozwój, miary struktury pracujących według wykształcenia, współczynniki skolaryzacji, oczekiwana długość życia, charakterystyki rozkładu płac według poziomu wykształcenia oraz doświadczenia zawodowego.

Miary kapitału ludzkiego, które będą wykorzystywane w podejmowanych analizach empirycznych kapitału ludzkiego w Polsce i jego wpływu na wzrost gospodarczy to¹⁴:

- odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim i wyższym,
- liczba nauczycieli akademickich na 1000 mieszkańców,
- liczba spółek prawa handlowego na 1000 pracujących,
- liczba zgonów niemowląt na 1000 urodzeń żywych,
- odległość¹⁵ (w przestrzeni euklidesowej) struktury pracujących według sektorów ekonomicznych od analogicznej struktury w UE 15.

¹⁴ Por. G. S. Becker, *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education (3rd Edition)*, The University of Chicago Press, Chicago and London 1993; A. B. Czyżewski, M. Kolasa, „Knowledge economy” – jak Polsce daleko do Unii Europejskiej?, [w:] *Wiedza a wzrost gospodarczy*, L. Zienkowski (red.), Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2003; S. R. Domański, *Kapitał ludzki i wzrost gospodarczy*, PWN, Warszawa 1993; H. Frazis, *Human capital, signaling, and the pattern of returns to education*, „Oxford Economic Papers” 2002, nr 54; L. Zienkowski, *Gospodarka „oparta na wiedzy” – mit czy rzeczywistość?*, [w:] *Wiedza a wzrost gospodarczy*, L. Zienkowski (red.), Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2003; *Kapitał ludzki i kapitał społeczny a rozwój regionalny*, M. Herbst (red.), Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2007; A. Gabryjelska, P. Gadomski, *Kapitał ludzki w krajach OECD – konwergencja czy dywergencja?*, [w:] *Wzrost gospodarczy, restrukturyzacja i rynek pracy w Polsce. Ujęcie teoretyczne i empiryczne*, S. Krajewski, L. Kucharski (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2004; W. Florczak, *Kapitał ludzki a rozwój gospodarczy*, [w:] *Gospodarka oparta na wiedzy*, W. Welfe (red.), PWE, Warszawa 2007.

¹⁵ Odległość tę można przedstawić za pomocą następującej formuły

$$\delta = \left[\left(L_{it}^R - \bar{L}_t^R \right)^2 + \left(L_{it}^{PiB} - \bar{L}_t^{PiB} \right)^2 + \left(L_{it}^U - \bar{L}_t^U \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{gdzie } L_{it}^R \text{ to udział pracujących w rolnictwie}$$

w pracujących ogółem w województwie i w roku t , L_{it}^{PiB} to udział pracujących w przemyśle i budownictwie w pracujących ogółem w województwie i w roku t , L_{it}^U to udział pracujących w sektorze usług w pracujących ogółem w województwie i w roku t . Zaś \bar{L}_t^R to udział pracujących w rolnictwie w pracujących ogółem w UE15 w roku t , \bar{L}_t^{PiB} to udział pracujących

Należy dodać, że wybór tych mierników podyktowany jest z jednej strony studiami literaturowymi, z drugiej zaś dostępnością danych statystycznych w podziale na 16 województw w latach 1995-2008.

Odsetek liczby aktywnych zawodowo (lub pracujących) z wykształceniem średnim lub wyższym jest miarą jakości zasobów siły roboczej. Również wskaźnik liczby studentów na 1000 mieszkańców może być aproksymacją jakości pracujących i jest wykorzystywany w analizach empirycznych¹⁶.

Liczba nauczycieli akademickich na 1000 mieszkańców oraz zatrudnionych w B+R na 1000 pracujących (lub na 1000 mieszkańców) mogą być miarą odzwierciedlającą poziom badań naukowych oraz edukacji.

Z kolei liczba spółek prawa handlowego przypadająca na 1000 pracujących jest zmienną mierzącą przedsiębiorczość, która jest miarą pomysłów i umiejętności ludzkich¹⁷.

Liczba zgonów niemowląt na 1000 urodzeń żywych w poszczególnych województwach odzwierciedla poziom stanu zdrowia mieszkańców poszczególnych regionów. Lepsza kondycja fizyczna i psychiczna ludzi prowadzi do spadku stopy śmiertelności, a tym samym liczba dzieci, które dożywają wieku aktywności zawodowej może wzrosnąć i średni czas pracy może być wydłużony. Miernikiem odzwierciedlającym w pewien sposób poziom zdrowia w społeczeństwie jest liczba zgonów niemowląt na 1000 urodzeń żywych¹⁸. W badaniach empirycznych jako miarę odzwierciedlającą stan zdrowia wykorzystuje się również oczekiwaną długość życia¹⁹, jednak zastosowanie tej miary wiąże się z pewnymi trudnościami wynikającymi z podziału danych dotyczących przeciętnego dalszego trwania życia na kohorty demograficzne oraz płeć, a także ewentualnego obliczenia miary syntetycznej.

Jeśli zaś chodzi o odległość sektorowej struktury pracujących od analogicznej struktury w krajach unijnej 15, to jest to miara odzwierciedlająca stopień nowoczesności gospodarki, w szczególności w pewnym stopniu

w przemyśle i budownictwie w pracujących ogółem w UE15 w roku t , \bar{L}_t^U to udział pracujących w sektorze usługowym w pracujących ogółem w UE15 w roku t .

¹⁶ Por. T. Tokarski, *Statystyczna analiza regionalnego zróżnicowania wydajności pracy, zatrudnienia i bezrobocia w Polsce*, Wydawnictwo PTE, Warszawa 2005.

¹⁷ V. K. Mathur, *Human Capital – Based Strategy for Regional Economic Development*, „Economic Development Quarterly” 1999, nr 3, August; B. Piazza-Georgi, *The role of human and social capital in growth: extending our understanding*, „Cambridge Journal of Economics” 2002, nr 26.

¹⁸ R. J. Barro, *Economic Growth in Cross Section of Countries*, „Quarterly Journal of Economics” 1991, vol. 106, nr 2; S. R. Domański, *Kapitał ludzki i wzrost gospodarczy*, PWN, Warszawa 1993.

¹⁹ Por. m.in. R. J. Barro, X. Sala-i-Martin, *Economic Growth*, McGraw-Hill Inc., New York etc. 1995.

mobilność (funkcjonalną, a także przestrzenną) zasobów pracy²⁰. Należy oczekiwać, że osoby zatrudnione w sektorach innych niż rolnicze charakteryzują się większą zdolnością wykonywania pracy w miejscu innym niż miejsce zamieszkania, a także w innych sektorach i grupach zawodowych. Warto przy tym zaznaczyć, iż rozwój kapitału ludzkiego jest również związany z rynkiem pracy, a zwłaszcza z sektorową strukturą pracujących²¹. Jeśli sektorowe zmiany pracujących powodują zbliżenie regionów polskich do regionów UE 15, to powoduje to wzrost łącznej produktywności czynników produkcji i poziomu produkcji²².

W tablicy 1 przedstawiono zróżnicowanie oraz średnie tempo wzrostu wskaźników kapitału ludzkiego w Polsce w latach 1995–2008. Z przedstawionych w tej tablicy wskaźników wynika, iż najbardziej dynamicznie w analizowanym okresie z czynników determinujących poziom kapitału ludzkiego rosła liczba spółek prawa handlowego przypadająca na 1000 pracujących, średnioroczna stopa wzrostu wyniosła 7,07%. Dość dynamicznie zmieniały się również wskaźniki związane z wykształceniem siły roboczej. Odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim ogólnokształcącym rósł średniorocznie ok. 2,47%, zaś tych z wykształceniem policealnym i średnim zawodowym o ok. 0,44%. Przeciętnie ok. 3% rocznie, rósł wskaźnik liczby nauczycieli akademickich na 1000 pracujących. Z kolei udział zatrudnionych w B+R w pracujących nieznacznie malał w analizowanym okresie. Ponadto, można przypuszczać, iż w Polsce poprawił się stan zdrowia społeczeństwa (względnie wysoka stopa spadku liczby zgonów niemowląt), co również wpłynęło na jakość pracujących.

²⁰ *Ludzie na huśtawce. Migracje między peryferiami Polski i Zachodu*, Jaźwińska, M. Okólski (red.), Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2001; E. Kwiatkowski, L. Kucharski, T. Tokarski, *Determinanty migracji międzywojewódzkich w Polsce* opracowanie prezentowane na konferencji *Restrukturyzacja, wzrost gospodarczy i rynek pracy w Polsce* organizowanej przez Instytut Ekonomii Uniwersytetu Łódzkiego w czerwcu 2004 r.; A. Górny, P. Kaczmarczyk, *Uwarunkowania i mechanizmy migracji zarobkowych w świetle wybranych koncepcji teoretycznych*, Instytut Studiów Społecznych Uniwersytet Warszawski „Prace Migracyjne” 2003, nr 49.

²¹ Sektorową strukturę gospodarki można mierzyć za pomocą udziału pracujących w poszczególnych sektorach lub udziałem sektorów w tworzeniu PKB. Ponieważ wydajność pracy jest zdeterminowana przez oba te mierniki, a większe zróżnicowanie występuje w strukturze pracujących w Polsce w porównaniu z unijną piętnastką, dlatego autorka wybrała sektorową strukturę pracujących jako miernik struktury gospodarki.

²² P. Kaczorowski, A. Rogut, T. Tokarski, *Czy sektorowe zmiany strukturalne w Polsce mają charakter pozytywnego szoku podażowego?*, [w:] *Wzrost gospodarczy, restrukturyzacja i bezrobocie w Polsce. Ujęcie teoretyczne i empiryczne*, S. Krajewski, T. Tokarski (red.), Katedra Ekonomii Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2002.

Tabela 1.**Wskaźniki kapitału ludzkiego w latach 1995–2008 w Polsce**

Wskaźnik	A	B	C	D
Odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem wyższym	9,90	22,57	14,44	6,58
Odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem policealnym i średnim zawodowym	26,98	28,51	28,45	0,44
Odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim ogólnokształcącym	6,43	8,79	7,24	2,47
Odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim i wyższym	43,31	59,87	50,13	2,53
Liczba nauczycieli akademickich na 1000 pracujących	4,39	6,34	5,37	2,95
Liczba zatrudnionych w B+R na 1000 pracujących	4,57	3,84	4,35	-1,33
Liczba spółek prawa handlowego na 1000 pracujących	7,09	17,03	11,43	7,07
Liczba zgonów niemowląt na 1000 urodzeń żywych	13,60	5,64	8,16	-6,46
Odległość (w przestrzeni euklidesowej) struktury pracujących od struktury w UE 15	0,29	0,24	0,29	-1,41

A – 1995,

B – 2008,

C – Średnia w latach 1995–2008,

D – Średnioroczna stopa wzrostu wskaźnika w latach 1995–2008 (w %).

Źródło: Obliczenia własne na podstawie *Roczników Statystycznych Województw* (różne wydania z lat 1996–2009) oraz strony www.stat.gov.pl.

KAPITAŁ LUDZKI I WZROST GOSPODARCZY – ANALIZY EKONOMETRYCZNE

Z modeli Mankiwa-Romera-Weila oraz Nonnemana-Vanhoudta wynika, iż kapitał ludzki jest jednym z czynników produkcji²³. W oryginalnych modelach

²³ N. G. Mankiw, D. Romer, D. N. Weil, *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, „The Quarterly Journal of Economics” May 1992; Nonneman W., Vanhoudt P., *A Further Augmentation of the Solow Model and the Empirics of Economic Growth for OECD Countries*, „The Quarterly Journal of Economics” 1996, vol. 111.

Mankiwa-Romera-Weila i Nonnemana-Vanhoudta jako punkt wyjścia została przyjęta wieloczynnikowa funkcja produkcji z postępowem technicznym w sensie Harroda (postępem technicznym potęgującym produktywność pracy).

W tej części podjęta zostanie próba oszacowania parametrów wieloczynnikowej funkcji produkcji. Przyjęto następującą postać neoklasycznej funkcji produkcji:

$$Y_t = A_t \cdot K_{1,t}^{\alpha_1} \cdot K_{2,t}^{\alpha_2} \cdot K_{3,t}^{\alpha_3} \cdot \dots \cdot K_{m,t}^{\alpha_m} \cdot L_t^{1 - \sum_{j=1}^m \alpha_j}, \quad (1),$$

gdzie:

Y_t – strumień wytworzonego produktu w roku t ($t = 1995, \dots, 2008$);

A_t – łączna produktywność czynników produkcji w roku t rozumiana jako produkt, który może być wytworzony z jednostkowych nakładów i -tego dobra kapitałowego (K_i ; tj. np. kapitału rzeczowego, kapitału ludzkiego, kapitału wiedzy, kapitału społecznego czy kapitału infrastrukturalnego) i pracy (L);

K_{it} – nakłady i -tego dobra kapitałowego w roku t ;

L_t – nakłady pracy w roku t ;

$\alpha_i \in (0;1)$ dla $i = 1, \dots, m$ to elastyczność produkcji względem i -tego dobra kapitałowego. Ponadto, dla $m = 2$ funkcja produkcji sprowadza się do funkcji trójjzynnikowej wykorzystanej w modelu Mankiwa-Romera-Weila.

Po podzieleniu równania (1) przez zasób pracy L , wykorzystaniu zależności $A = A_0 e^{gt}$ (gdzie $g > 0$ to egzogeniczna stopa postępu technicznego w sensie Hicksa i $A_0 > 0$ jest wyjściowym poziomem łącznej produktywności czynników produkcji) oraz obustronnym zlogarytmowaniu i zróżniczkowaniu po czasie otrzymuje się dynamiczną funkcję produkcji postaci:

$$\frac{\dot{y}_{it}}{y_{it}} = g + \alpha_1 \frac{\dot{k}_{1,it}}{k_{1,it}} + \alpha_2 \frac{\dot{k}_{2,it}}{k_{2,it}} + \alpha_3 \frac{\dot{k}_{3,it}}{k_{3,it}} + \dots + \alpha_m \frac{\dot{k}_{m,it}}{k_{m,it}}, \quad (2),$$

gdzie k_{ijt} (dla $i = 1, \dots, m$) to i -te dobro kapitałowe na pracującego w województwie j ($j = 1, 2, \dots, 16$) w roku t ($t = 1995, 1996, \dots, 2008$), zaś y_{jt} to wydajność pracy w województwie j w roku t , natomiast g , α_i to parametry równania (2).

Parametry α i g interpretuje się tak, jak w przypadku równań (1). W powyższym równaniu przyjęto założenie o jednakowej dynamice łącznej produktywności czynników produkcji w każdym z województw (takiej samej

wartości parametru g) oraz jednakowych w poszczególnych województwach elastycznościach α_i . Założenia te wydają się nie odbiegać od rzeczywistości, gdyż można oczekiwać, że stopa egzogenicznego postępu technicznego oraz wspomniane elastyczności mogą być takie same w skali gospodarki w poszczególnych województwach.

Parametry równania (2) szacowane były w kilku wariantach. W pierwszym wariancie przyjęto, że $m=2$ i funkcja (2) sprowadza się do trójczynnikowej funkcji produkcji, w której czynnikami produkcji są praca, kapitał rzeczowy i kapitał ludzki, przy czym kapitał ludzki mierzony był jednym z mierników częściowych. W drugim wariancie przyjęto, że $m > 2$ i oszacowano parametry takiej funkcji. Natomiast w wariancie trzecim przyjęto dodatkowo założenie, że nie tylko akumulacja kapitału ludzkiego wpływa na wzrost gospodarczy, lecz również poziom tego kapitału poprzez ułatwianie absorpcji nowych technologii. Równania w każdym z trzech wariantów szacowane były na danych rocznych oraz trzyletnich z wykorzystaniem estymatora UMNK²⁴ (hipoteza o dywersyfikacji stałej po obiektach i uwzględnieniu efektów indywidualnych oraz wykorzystaniu estymatora MNK została odrzucona).

W tablicy 2 przedstawione zostały wyniki estymacji trójczynnikowej funkcji produkcji na danych rocznych, przy czym kapitał ludzki aproksymowany był jedną z analizowanych zmiennych częściowych. Z przedstawionych w tej tablicy oszacowań parametrów trójczynnikowej funkcji produkcji płyną następujące wnioski:

- W większości równań oszacowanie elastyczności wydajności pracy względem technicznego uzbrojenia pracy jest na poziomie ok. 0,6. Wynik ten jest zbliżony z tym uzyskanym w przypadku szacunków parametrów funkcji dwuczynnikowej²⁵.
- W równaniach, w których kapitał ludzki aproksymowany jest odsetkiem siły roboczej z wykształceniem wyższym bądź odsetkiem siły roboczej z wykształceniem średnim (średnim zawodowym i policealnym) wpływ tego kapitału na wzrost gospodarczy okazał się statystycznie nieistotny. Z kolei w równaniu, w którym kapitał ludzki aproksymowany był odsetkiem aktywnych zawodowo z wykształceniem co najmniej średnim oszacowana elastyczność produkcji względem zasobów tego kapitału wyniosła ok. 0,2.

²⁴ Więcej na temat metod estymacji z wykorzystaniem danych panelowych por. m.in. B. H. Baltagi, *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England 2005.

²⁵ Por. m.in. S. Roszkowska, *Kapitał ludzki a efektywność gospodarowania w Polsce w ujęciu regionalnym*, [w:] *Różnicowanie rozwoju polskich regionów. Elementy teorii i próba diagnozy*, E. Kwiatkowski (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2008; T. Tokarski, *Oszacowania regionalnych funkcji produkcji*, „Wiadomości Statystyczne” 2008, nr 10, s. 38–53.

Oznaczenia: Y – wartość dodana, L – liczba pracujących; AZ_WYZ – odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem wyższym, AZ_SRED – odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim zawodowym i policealnym, NAUCZ – liczba nauczycieli akademickich, B+R – liczba pełnoetatowych pracowników w sektorze B+R, SPOLKI – liczba spółek prawa handlowego, ZGONY – liczba zgonów niemowląt na 1000 urodzeń żywych, ODL – odległość w przestrzeni eulidesowej struktury pracujących według sektorów ekonomicznych od struktury w UE15,

W nawiasach podano prawdopodobieństwa testowe.

***, **, * oszacowanie parametru istotne na poziomie istotności 1%, 5%, 10%; dmaz, dopo, dswie – zmienna zerojedynkowa przyjmująca wartość 1 (kolejno) dla województwa mazowieckiego, opolskiego i świętokrzyskiego; d95, d04 – zmienna zerojedynkowa przyjmująca wartość 1 (kolejno) w roku 1995, 2004; R^2 – współczynnik determinacji; skor. R^2 – skorygowany współczynnik determinacji; AIC – kryterium informacyjne Akaike’a; S.C. – kryterium Schwarza; Jarque–Bera – empiryczna wartość statystyki testu Jarque–Bera; Levin, Lin & Chu – empiryczna wartość statystyki panelowego testu pierwiastka jednostkowego testu Levin, Lin & Chu; ADF-Fisher – empiryczna wartość statystyki testu ADF.

Oczekiwać należy zatem, że wzrost odsetka aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim i wyższym o 1% powodował wzrost wydajności pracy o ok. 0,2% w zanalizowanym okresie. Oszacowany parametr mierzący wpływ stopy wzrostu liczby spółek na pracującego na stopę wzrostu wydajności pracy kształtował się na poziomie ok. 0,2.

- Na stopę wzrostu wydajności pracy statystycznie istotnie wpływały również wskaźniki poziomu nauki i badań mierzone liczbą nauczycieli akademickich oraz liczbą zatrudnionych w sektorze B+R przypadających na 1000 pracujących. Wzrost tych wskaźników o 1% przekładał się na wzrost wydajności pracy o ok. 0,04–0,09% w zależności od zastosowanej miary.
- Należy oczekiwać, że również struktura pracujących według sektorów ekonomicznych statystycznie istotnie wpływała na wydajność pracy w analizowanym okresie. Zmiany tej struktury przybliżające ją do struktury w UE 15 wpływały na wzrost wydajności pracy.
- Przyjmując jako miarę kapitału ludzkiego poziom zdrowia społeczeństwa (mierzony umieralnością niemowląt) nie można oczekiwać, że wpływ tej miary jest statystycznie istotny.
- Oszacowana egzogeniczna stopa wzrostu łącznej produktywności czynników produkcji kształtowała się w większości przypadków na poziomie ok. 2% rocznie.

Tabela 3.**Wyniki estymacji wieloczynnikowej funkcji produkcji na danych rocznych**

Zmienna objaśniająca	Zmienna objaśniana $\Delta \ln(Y/L)$	
Stała	0,007**	0,035***
$\Delta \ln(K/L)$	0,423***	0,401***
$\Delta \ln(AZ_WYZ+AZ_SRED+AZ_LO)$	0,191***	0,215***
$\Delta \ln(B+R/L)$	0,036***	0,036***
$\Delta \ln(SPOLKI/L)$	0,196***	0,249***
$\ln(AZ_WYZ+AZ_SRED+AZ_LO)_{-1}$	-	0,044**
dmaz*d96	0,162***	0,155***
dopo*d04	0,112***	0,112***
dswie*d96	-0,089***	-0,082***
dpodl*d99	-0,089***	-0,083***
Hausman	2,998 (0,935)	4,157 (0,901)
R ²	0,648	0,658
Skor. R ²	0,634	0,642
Jarque–Bera	2,731 (0,255)	0,967 (0,617)
Levin, Lin & Chu	-8,4 (0,000)	-8,3 (0,000)
ADF-Fisher	96,4 (0,000)	94,7 (0,000)
Liczba obserwacji	208	208

Oznaczenia jak do tabeli 2.

W tabeli 3 przedstawiono wyniki²⁶ estymacji parametrów równania (2), w którym kapitał ludzki był mierzony kilkoma zmiennymi. W tabeli tej znajdują się wyniki estymacji wspomnianego równania, które zestaw zmiennych

²⁶ W tabelach przedstawiono wyniki, które były statystycznie akceptowalne i wpływ kluczowych zmiennych objaśniających był statystycznie różny od zera.

objaśniających rozszerzono o poziom kapitału ludzkiego. Z wyników zaprezentowanych w tych tablicach można wyciągnąć kilka wniosków:

- Uwzględnienie więcej niż jednego miernika kapitału ludzkiego wpłynęło na ocenę elastyczności produkcji względem kapitału rzeczowego, która spadła z ok. 0,6 do 0,4 por. tablica 1). Elastyczność wydajności pracy względem odsetka siły roboczej z wykształceniem średnim i wyższym nie zmieniła się i wyniosła ok. 0,2. Nie uległa także istotnym zmianom (w porównaniu z wynikami w tablicy 2) elastyczność wydajności pracy względem udziału pracujących w B+R oraz względem liczby spółek na 1000 pracujących.
- Ponadto, w równaniu objaśniającym zmiany wydajności pracy zmianami odsetka aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim i wyższym, odsetkiem pracujących w B+R oraz liczbą spółek na 1000 pracujących spadła do ok. 0,01 stopa egzogenicznego postępu technicznego. Zgodnie z tym równaniem łączna produktywność czynników produkcji, a także wydajność pracy, rosła o ok. 1% rocznie na skutek nieuwzględnionych w modelu czynników czyli np. rozprzestrzeniania się wiedzy.
- Można ponadto oczekiwać, że w województwach o wyższym poziomie kapitału ludzkiego odnotowano wyższe tempo wzrostu gospodarczego. Należy jednak dodać, że tylko opóźniony odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim i wyższym ze wszystkich analizowanych czynników statystycznie istotnie wpływał na stopę wzrostu wydajności pracy. Zatem, tylko kapitał ludzki utożsamiany z poziomem wykształcenia ludności wpływa na innowacyjne możliwości gospodarki.
- Wśród analizowanych równań najlepszym dopasowaniem danych rzeczywistych do modelu okazało się równanie, w których stopa wzrostu wydajności pracy objaśniana była stopami zmian kapitału ludzkiego mierzonego odsetkiem aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim i wyższym, udziałem pracujących w sektorze B+R oraz liczbą spółek na pracującego.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Prowadzone w opracowaniu rozważania dotyczące wpływu akumulacji kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy można podsumować następująco:

- Teoretyczne modele wzrostu gospodarczego pokazują mechanizmy oddziaływania kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy i wskazują na duże znaczenie kapitału ludzkiego dla wzrostu gospodarczego, choć przyjmuje się w nich różne założenia odnośnie funkcjonowania gospodarki i zachodzących w niej procesów.

- Na podstawie analizy modeli wzrostu objaśniających wpływ kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy, można generalnie wyróżnić dwa główne podejścia. Zgodnie z pierwszym podejściem, kapitał ludzki jest jednym z czynników produkcji, zaś według drugiego podejścia, kapitał ludzki wpływa na poziom produkcji pośrednio poprzez wpływ na łączną produktywność czynników produkcji i postęp techniczny.
- Miary kapitału ludzkiego, które zostały wykorzystane w analizach empirycznych kapitału ludzkiego w Polsce i jego wpływu na wzrost gospodarczy to: odsetek aktywnych zawodowo z wykształceniem średnim i wyższym, liczba zatrudnionych w B+R na 1000 pracujących, liczba nauczycieli akademickich na 1000 mieszkańców, liczba spółek prawa handlowego na 1000 pracujących, liczba zgonów niemowląt na 1000 urodzeń żywych oraz odległość (w przestrzeni euklidesowej) struktury pracujących według sektorów ekonomicznych od analogicznej struktury w UE 15.
- Prowadzone analizy pokazały, że w gospodarce polskiej w latach 1995–2008 zachodziły pozytywne zmiany dotyczące poziomu kapitału ludzkiego (w większości przypadków dodatnie i relatywnie wysokie stopy wzrostu wskaźników ilustrujących poziom kapitału ludzkiego). Wydaje się, że zmiany te, poprawiające kondycję składników kapitału ludzkiego, przyczyniły się do wzrostu efektywności gospodarowania w skali całej gospodarki.
- Szacunki trójczynnikowej funkcji produkcji wskazują, że tempo zmian kapitału ludzkiego statystycznie istotnie wpływa na wzrost gospodarczy (mierzony stopą wzrostu wydajności pracy), jeśli kapitał ludzki jest mierzony jedną z następujących miar: odsetkiem aktywnych zawodowo z wykształceniem co najmniej średnim, odsetkiem pracujących w B+R bądź udziałem nauczycieli akademickich w pracujących, liczbą spółek prawa handlowego na 1000 pracujących oraz odległością sektorowej struktury pracujących od struktury w UE 15.
- Uwzględnienie więcej niż jednej miary kapitału ludzkiego w dynamicznej funkcji produkcji poprawia dopasowanie danych teoretycznych do obserwowanych danych empirycznych. Najlepszymi własnościami statystycznymi charakteryzowała się dynamiczna funkcja produkcji, w której poza kapitałem rzeczowym i zasobami pracy uwzględniono zasoby siły roboczej z wykształceniem wyższym i średnim, liczbę pracujących w B+R oraz liczbę spółek. Uwzględnienie więcej niż jednego miernika kapitału ludzkiego wpłynęło na ocenę elastyczności produkcji względem kapitału rzeczowego, która spadła z ok. 0,6 do 0,4. Elastyczność wydajności pracy względem odsetka siły roboczej z wykształceniem średnim i wyższym wyniosła ok. 0,2, względem liczby spółek na 1000 pracujących ok. 0,2–0,25, zaś względem odsetka pracujących w B+R ok. 0,04. Zgodnie z tym

równaniem łączna produktywność czynników produkcji rosla o ok. 1% na skutek egzogenicznego postępu technicznego, czyli mniej niż w przypadku funkcji dwu- i trójczynnikowej (w przypadku tych funkcji należy oczekiwać 2% średniorocznego wzrostu).

- Ponadto, w województwach o wyższym poziomie kapitału ludzkiego (mierzonego odsetkiem aktywnych zawodowo z wykształceniem wyższym i średnim) odnotowano wyższe tempo wzrostu gospodarczego. Zatem, poziom wykształcenia siły roboczej ze wszystkich analizowanych czynników statystycznie istotnie wpływał na stopę wzrostu wydajności pracy poprzez wpływ na możliwości innowacyjne oraz potencjał ułatwiający absorpcję nowych technologii.
- Poprawa sytuacji w szkolnictwie wyższym (umożliwiająca podejmowanie studiów większej ilości osób), a także przystosowania oferty szkolnictwa średniego do potrzeb rynku mogłoby oddziaływać na wzrost kapitału ludzkiego oraz wydajności pracy w gospodarce polskiej m.in. umożliwianie absorpcję innowacyjnych technologii.
- Z prowadzonych analiz wynika, że kapitał ludzki mierzony odsetkiem zasobów siły roboczej z wykształceniem średnim i wyższym ma bardzo duże znaczenie dla wzrostu będąc z jednej strony czynnikiem produkcji, z drugiej zaś elementem sprzyjającym absorpcji nowych rozwiązań technologicznych.
- Ponadto, większe nakłady na B+R umożliwiające wzrost zatrudnienia w tym sektorze, ułatwienia związane z rozpoczynaniem i prowadzeniem działalności gospodarczej, wzrost stopnia ochrony zdrowia, a także zmiana struktury pracujących mogłyby w długim okresie wpłynąć na wyższą efektywność gospodarowania i przyczynić się do wyższego tempa wzrostu gospodarczego.

Sylwia Roszkowska

**HUMAN CAPITAL AND ECONOMIC GROWTH
IN POLAND – A MULTIVARIATE
PRODUCTION FUNCTION APPROACH**

Abstract

The main goal of the paper is the estimation of multivariate production function parameters'. Moreover, in presented paper macroeconomic indicators concerning the level of human capital are analyzed. Because of the fact that human capital is rather composed concept the author chose some variables reflecting the level of this capital.

The economic growth is measured by growth rate of value added per worker. Main components of the human capital analyzed in the paper are: educational structure of labour force, number of employed in R&D sector, number of enterprises, sectoral structure of employment. The impact of human capital on economic growth has been estimated on the basis of multivariate neoclassical production function (Cobb-Douglas type).

Used statistic and econometric methods allowed determine the strength and character of dependency between human capital measures and economic growth in Polish voivodeships. Moreover, each analyzed component of human capital different impacts on growth.